

PATTERN EXPOSURE APPARATUS

Patent Number: JP5129183
Publication date: 1993-05-25
Inventor(s): MOCHIZUKI KAZUHIRO; others: 04
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent: ☐ JP5129183
Application JP19910148361 19910620
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/027; G03F7/20; G03F9/00;
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To remarkably improve the exposure accuracy of a linear pattern by employing, in addition to conventional orientation flat position detecting means, means for detecting the crystalline orientation of a crystalline substrate to be exposed.

CONSTITUTION:A crystalline substrate 4 to be exposed is conveyed from a wafer carrier 18 to an X-Y stage 1 by using a conveyor belt 15, and fixed by air-suction by a wafer chuck 3. Then, an orientation flat position 13 is detected by using a mechanism for rotating a correction driver 2 and an orientation flat detector 14, and the substrate 4 is roughly aligned. Thereafter, a diffracted image generated by irradiating the orientation flat with an X-ray beam from a beam source 9 in parallel with the orientation flat position 13 is observed by using a video terminal 12, the position of the substrate is finely regulated until the refracted image becomes laterally symmetrical, and then the pattern of the exposure mark on a reticle 6 is formed on the substrate 4. Thus, the electron mobility of a quantum well fine line structure is kept high, and variation in the characteristics can be decreased.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-129183

(49)公開日 平成5年(1993)5月26日

(51)Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7818-2H		
9/00	H	7818-2H		
H 0 1 L 21/68	F	8418-4M		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 M
			審査請求 未請求 請求項の数14(全 10 頁)	

(21)出願番号 特願平3-148381

(22)出願日 平成3年(1991)6月20日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 望月 和浩

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 高澤 浩幸

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 増田 宏

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 薄田 利幸 (外1名)

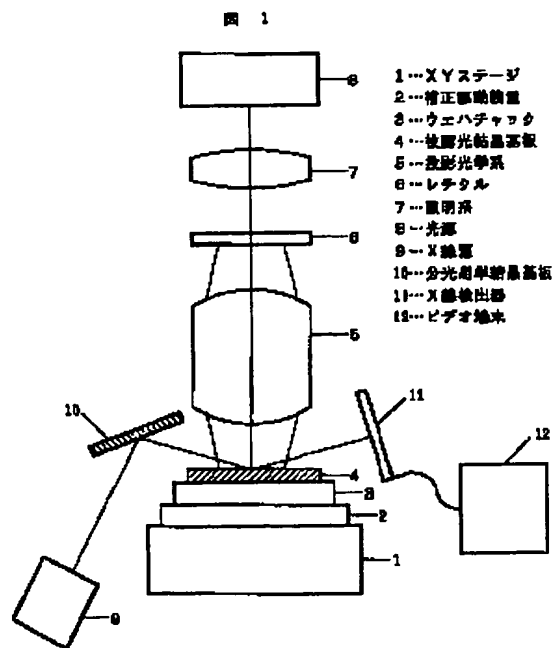
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パターン露光装置

(57)【要約】

【目的】直線状パターンの露光精度を格段に向上させ得る精密な位置合わせ手段を提供すること及び不純物の影響を受けことが少ない環境でのパターン露光を可能にすること。

【構成】従来のオリエンテーションフラット位置検出手段に加えて、被露光結晶基板の結晶方位を検出するための手段を付加し、両手段を併用して結晶基板の位置合わせをする。結晶方位の検出は、例えばX線又は電子線を結晶基板に照射し、その回折像を観察することによって行なう。なお、大気中での作業を避けるため、露光系を気密容器内に収納し、同容器に酸化膜形成手段及び酸化膜選択除去手段を配備することが望ましい。また、露光系の気密容器とエピタキシャル成長装置との間を気密の結晶基板搬送路をもって接続することが望ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被露光結晶基板の位置合わせ機構が基板結晶の回折像を利用した方位微調整手段を有することを特徴とするパターン露光装置。

【請求項2】上記微調整手段はX線回折像を利用するものであることを特徴とする請求項1に記載のパターン露光装置。

【請求項3】上記微調整手段は電子線回折像を利用するものであることを特徴とする請求項1に記載のパターン露光装置。

【請求項4】上記微調整手段は0.005度以下の回転角度補正機能を有するものであることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のパターン露光装置。

【請求項5】位置合わせ機構を含むパターン露光系が酸化膜形成手段及び酸化膜選択除去手段を備えた気密容器内に収納されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のパターン露光装置。

【請求項6】上記酸化膜形成手段は酸素プラズマによって被露光結晶基板の表面に酸化膜を形成するものであることを特徴とする請求項5に記載のパターン露光装置。

【請求項7】上記酸化膜形成手段は酸素雰囲気中で被露光結晶基板を加熱して当該基板の表面に酸化膜を形成するものであることを特徴とする請求項5に記載のパターン露光装置。

【請求項8】上記酸化膜選択除去手段は電子線照射を利用するものであることを特徴とする請求項5乃至請求項7のいずれかに記載のパターン露光装置。

【請求項9】上記パターン露光系は電子線照射を利用するものであり、かつ、当該露光系は上記酸化膜選択除去手段として兼用されるものであることを特徴とする請求項8に記載のパターン露光装置。

【請求項10】上記酸化膜選択除去手段は塩素ガスビーム照射を利用するものであることを特徴とする請求項5乃至請求項7のいずれかに記載のパターン露光装置。

【請求項11】パターン露光系を収納する上記気密容器が気密の結晶基板搬送路を介してエピタキシャル成長装置と接続されていることを特徴とする請求項5乃至請求項10のいずれかに記載のパターン露光装置。

【請求項12】上記エピタキシャル成長装置が分子線エピタキシャル成長装置であることを特徴とする請求項11に記載のパターン露光装置。

【請求項13】上記エピタキシャル成長装置が有機金属気相エピタキシャル成長装置であることを特徴とする請求項11に記載のパターン露光装置。

【請求項14】上記結晶基板搬送路は上記気密容器と上記エピタキシャル成長装置との間の連通を開閉するための手段を有することを特徴とする請求項11乃至請求項13のいずれかに記載のパターン露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、パターン露光装置、特に、量子細線構造やラインセンサを作製する場合に適用して好適なパターン露光装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、集積回路等のパターンを結晶基板に露光するための装置では、オリエンテーションフラット（被露光結晶基板の周縁に形成した結晶方位の表示面）を基準として例えば露光マスクと結晶基板との位置合わせを行なっている（特開平2-207548号公報参照）。しかし、このような方法によっては、露光パターンを所定の結晶方位に対して±0.005度以内の精度で正確に一致させることが出来ない。

【0003】その第一の理由は、オリエンテーションフラットの加工精度である。即ち、オリエンテーションフラットは、結晶基板の周縁の一部を直線状に切り落して形成するものであるが、その加工精度は、機械加工の性質上、どうしても±0.5度程度の範囲でばらついてしまう。このため、被露光基板の結晶方位に正確に一致させてパターンを露光するには、オリエンテーションフラットの形成後、所望の加工精度を有する基板を選別して使用する必要があるが、それでは結晶基板の高価化を招き、製品の生産性が著しく低下する。

【0004】露光パターンを所定の結晶方位に対して正確に一致させることが出来ない別の理由は、オリエンテーションフラットの検出精度である。即ち、露光マスクと結晶基板との位置合わせは、結晶基板をその面内で回転させ、ピン等の探針子を用いてオリエンテーションフラットの位置を検出することによって行なうのが普通であるが、このような機械的手段による位置検出の方法は、その精度が比較的 low、実際の結晶方位に対して±1度程度と可成り大きくばらついてしまう。

【0005】いずれにしても、オリエンテーションフラットの加工精度や検出精度のばらつきは、例えば量子井戸細線構造を作製する場合や、ラインセンサ用の細長いチップ（120mm×1mm程度）を作製する場合のように、細くて長い直線状パターンを結晶基板に露光する必要がある場合に特に問題となる。以下、この点についてもう少し詳しく説明する。

【0006】〈量子細線構造の場合の問題点〉本発明者等は、従来技術によって量子井戸細線構造を実際に試作し、当該試作を通して同構造を作製する場合の問題点を解明した。なお、被露光結晶基板としては、予めSiO₂膜（絶縁膜）及びホトレジスト膜を堆積させた半絶縁性GaAs基板を使用し、かつ、当該基板の（111）B面に〔21-1〕方向と平行に直線状パターンを露光することによって量子井戸細線構造を作製した。

【0007】図8及び図9は、結晶基板に直線状パターンを露光することにより、特定領域の堆積膜（SiO₂膜

及びホトレジスト膜)を除去した後の中間製品を示す。両図において、101はGaAs結晶基板、102はSiO₂膜、103はホトレジスト膜、104は堆積膜残留領域、105は結晶基板露出領域、106は基板101の(111)B面、107はオリエンテーションフラットを夫々示す。SiO₂膜102の厚さは0.1 μm 、ホトレジスト膜103の厚さは1 μm とした。

【0008】露光マスク(図示せず)と結晶基板101との間の位置合わせは、従来の場合と同様、オリエンテーションフラット107の(01-1)面を機械的に検出することによって行なった。このため、結晶基板露出領域105(量子井戸細線形成領域)の方向と基板結晶の[21-1]方向との間の角度誤差 θ (図9右側の拡大図参照)を完全に無くすることが出来ず、 ± 1.5 度の範囲で広範にばらついてしまった。

【0009】量子井戸細線構造の最終製品は、図8の中間製品からホトレジスト膜103のみを取り除いた後、当該中間製品を気相エピタキシャル成長装置内に装填し、結晶基板露出領域105に対して所定の半導体材料層を選択的にエピタキシャル成長させることによって作製した。その過程を図10及び図11を参照してもらうように詳しく説明する。

【0010】まず、気相成長装置内にトリメチルガリウム(TM_G)、トリメチルアルミニウム(TMA)及びアルシン(AsH₃)を供給して基板温度800℃、アルシン圧力0.05 Torrの条件で熱処理を行ない、図10に示すように、結晶基板露出領域105の表面にアンドープAlGaAs層108(AlAsモル比0.3、膜厚0.3 μm)を選択的にエピタキシャル成長させた。エピタキシャル成長層の側面109の結晶面は(01-1)であった。

【0011】次に、上記の原料ガスに追加してシラン(SiH₄)を供給し、基板温度600℃、アルシン圧0.2 Torrの条件で熱処理を行ない、図11に示すように、アンドープAlGaAs層108から横方向にn型AlGaAs層110(AlAsモル比0.3、Si濃度 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$)をエピタキシャル成長させた。最後に、トリメチルガリウムとアルシンのみを供給して同様の熱処理を行ない、n型AlGaAs層110の横方向にアンドープGaAs層111をエピタキシャル成長させた。エピタキシャル成長層110及び111の横方向の膜厚は、それぞれ0.2 μm 及び0.5 μm とし、両者の縦方向の膜厚は、アンドープAlGaAs層108と同じ0.3 μm とした。

【0012】このようにして得られた最終製品は、n型AlGaAs層110とアンドープ層111との界面に二次元電子ガス領域112が形成されており、若し角度誤差 θ (図9)が完全に零であるならば、基板結晶の[21-1]方向に延長する理想的な量子井戸細線構造を構成することが出来る筈であった。ところが、この試作品

は、角度誤差 θ が ± 1.5 度程度と大きいと、図12(表面拡大図)に示したようなマクロステップ113が現われて量子井戸細線中の伝導電子が散乱を受け易くなり、電子移動度が異常に低下してしまうという問題が発生した。また、角度誤差 θ が各エピタキシャル成長工程ごとに ± 1.5 度の範囲でばらつくため、特性の揃った量子井戸細線構造を多数作製することが出来なかった。

【0013】しかも、上記試作では、SiO₂膜(絶縁膜)及びホトレジスト膜の形成作業やそれらの選択的除去除去を大気中において行なったため、好ましくない不純物原子が結晶基板等に付着し、量子井戸細線構造の特性劣化や導通不良が発生するという別の問題があった。

【0014】〈ラインセンサの場合の問題点〉図13～図15は、従来技術によって試作したラインセンサの基板構造図である。この試作品は、図14に示す如く、多数のラインセンサチップ133を横に並べて配置したような構造になっており、かつ、個々のチップ133は、図13に示す如く、n型拡散領域122及びn型多結晶Si層124の積層構造からなる光センサ部130と、n型多結晶Si層124、p型多結晶Si層125、ゲート電極127及びAl電極128の積層構造からなる駆動回路部131とをもって構成されている。なお、図13において、123はSiO₂絶縁膜、126はリンガラス(PSG)絶縁層、129はSiN保護膜、132は個々のチップ133を切断分離するために使用するスクライプラインを夫々示す。

【0015】本試作の場合も、オリエンテーションフラット134(図14)の位置を検出して結晶基板の位置合わせを行なったため、図14及び図15に示す如く、チップ133の長辺方向と実際の切断面135(劈開面)である[01-1]方向との間の角度誤差 θ が ± 1.5 度の範囲でばらついてしまい、両者を再現性良く一致させることが出来なかった。このため、個々のラインセンサチップ133をスクライプライン132(図13)に沿って切断すると、切断面135の一部がチップ133に引っ掛かってしまい、製品の歩留まりが悪くなるという問題が発生した。もっとも、この種の問題は、チップ133の相互間の間隔(レイアウト間隔L:図14参照)を十分に大きく取ることによって一応解消することが可能であるが、それでは、一枚の結晶基板から取り出し得るチップ数が少なくなり、ラインセンサの製造原価が高くなるという別の問題が発生する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の第一の目的は、直線状パターンの露光精度を格段に向上させることが可能な改良された精密位置合わせ手段を提供することにある、かつ、その第二の目的は、好ましくない不純物の影響を受けることが少ない環境において絶縁膜やホトレジスト膜の形成・除去作業を行なうことが出来る改良されたパターン露光装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の第一の課題は、従来のオリエンテーションフラット位置検出手段に加えて、被露光結晶基板の結晶方位を検出するための手段を採用することによって達成することが出来る。結晶方位の検出は、例えばX線又は電子線を被露光結晶基板に照射し、その回折像を観察することによって行なうことが出来る。

【0018】本発明の第二の課題は、位置合わせ機構を含むパターン露光系を酸化膜形成手段及び酸化膜選択除去手段を備えた気密容器内に収納することによって解決することが出来る。酸化膜形成手段は、酸素プラズマによって結晶基板の表面に酸化膜を形成するか、或は、酸素雰囲気中で結晶基板を加熱して当該基板の表面に酸化膜を形成するものであることが望ましい。また、酸化膜選択除去手段は、電子線照射又は塩素ガスビーム照射を利用するものであることが望ましい。なお、パターン露光系が電子線照射を利用するものである場合は、酸化膜選択除去手段として当該露光系を兼用することも可能である。

【0019】更に、パターン露光系を収納する気密容器は、同じく気密の結晶基板搬送路を介してエピタキシャル成長装置と接続されていることが望ましい。エピタキシャル成長装置としては、公知の分子線エピタキシャル成長装置又は有機金属気相エピタキシャル成長装置を使用することが出来る。また、結晶基板搬送路は、パターン露光系を収納する気密容器とエピタキシャル成長装置との間の連通を開閉するための例えばバルブのような手段を有することが望ましい。

【0020】

【作用】本発明のパターン露光装置の場合、オリエンテーションフラットは、結晶基板の大まかな位置合わせの目的に使用し、精密な位置合わせは、例えばX線又は電子線を結晶基板に照射してその回折像を観察することによって行なう。

【0021】即ち、被露光結晶基板としてGaAs結晶基板を使用し、その(111)B面に基板結晶の[21-1]方向に沿って直線パターンを露光する場合について説明すると、まず、結晶基板を露光装置の試料台に載置した後、従来の場合と同様、オリエンテーションフラットの位置を検出して、大まかな位置合わせを行う。その後、例えばX線をオリエンテーションフラットに平行に照射し、発生する回折像を例えばビデオ端末を用いて観察する。

【0022】発生したX線回折像の一例を図4に示す。この回折像は、X線入射方向が基板結晶の[21-1]方向に正確に一致している場合、図4(a)に示すように左右対称となるが、X線入射方向が[21-1]方向からずれている場合は、図4(b)に示すように左右非対称となる。従って、回折像が左右対称になるまで、露光装置の

試料微動装置を操作して結晶基板の位置(方位)を精密に調整し、回折像が左右対称になったことを確かめて固定する。なお、基板位置の精密調整を可能とするため、試料微動装置は、回転精度が0.005度以下であるものを使用することが望ましい。

【0023】一般に、X線や電子線は、結晶基板上の絶縁膜(酸化膜)やホトレジスト膜をほぼ完全に透過する。従って、このような手段を用いて結晶基板の位置の微調整を行なったとしても、これらの膜が変質するような不都合は殆ど起こらない。もっとも、本発明者等による試作実験の結果では、電子線を使用した場合、照射領域のホトレジスト膜に若干の変質が見られた。しかし、この種の障害は、電子線のビーム径を小さく絞ることによって簡単に回避することが出来た。

【0024】

【実施例】以下、本発明に係るパターン露光装置を図面に示した幾つかの実施例を参照して更に詳細に説明する。

【0025】〈実施例1〉露光装置の全体構成を図1及び図2に示す。被露光結晶基板4を載置するための試料台は、従来の場合と同様、XYステージ1、補正駆動装置2及びウェハチャック3をもって構成した。ウェハチャック3の上方には、投影光学系5を介してレチクル6を配置し、更にその上方には、照明系7及び光源8(波長365nm(i線)の水銀ランプ)を配置した。本実施例では、基板4の結晶方位を検出する手段としてX線回折を採用しており、そのためのX線源9(波長0.15443nmのCuK α 1)、分光用の単結晶基板10(Si結晶を(111)面で使用)、X線検出器11及び観察用ビデオ端末12を図示のように配置した。なお、結晶基板4の位置を精密に調整するため、補正駆動装置2として、回転精度が0.005度である θ -z-tiltステージを使用した。

【0026】図3のフローチャートを参照して位置合わせの手順を説明する。なお、本実施例では、前述の従来技術の場合と同様、被露光結晶基板4として半絶縁性GaAs結晶基板を使用した。基板4の(111)B面には、公知の方法により、SiO₂膜(厚さ0.1 μ m)及びホトレジスト膜(厚さ1 μ m)を予め堆積させておいた。ここでは、基板結晶の[21-1]方向に量子井戸細線用の直線パターンを形成する場合について説明する。

【0027】まず、搬送ベルト15(図2参照)を用いて、被露光結晶基板4をウェハキャリア18からXYステージ1まで搬送し、ウェハチャック3によって吸着固定した。次に、補正駆動装置2の回転機構とオリエンテーションフラット検出器14を用いてオリエンテーションフラット位置13を検出し、基板4の大まかな位置合わせを行った。その後、線源9からX線をオリエンテーションフラット13に平行に照射して発生する回折像をビデオ端末12を用いて観察し、回折像が左右対称にな

るまで基板位置を微調整した後、レチクル6上の露光マスクのパターンを結晶基板4に露光した。

【0028】本実施例によれば、露光マスクの直線パターンと結晶基板4の特定の結晶方位（本実施例では〔21-1〕方向）とを補正駆動装置2の回転精度（本実施例では0.005度）の範囲で精密に合わせることが出来た。そして、本実施例の露光装置を利用して量子井戸細線構造を試作した結果、高さ約0.1 μm のマクロステップ密度は従来の103/cmから10/cmまで低減し、液体ヘリウム温度における電子移動度は従来の106 cm^2/Vs から107~108 cm^2/Vs まで向上させ得ることを確認した（いずれも典型値）。しかも、従来の場合は、露光マスクと結晶基板の位置合わせのずれが各露光工程ごとにばらつくため、量子井戸細線の特性ばらつきが大きくなって歩留まりが悪かったのに対し、本実施例の露光装置による場合は、X線回折像を観察することによって基板方位のずれを正確に修正することが可能であるため、特性の揃った量子井戸細線構造を歩留まり良く作製することが出来た。なお、本実施例では、結晶基板としてGaAs結晶を（111）B面を用いたが、他の材料、他の面方位を用いることも当然可能である。

【0029】〈実施例2〉実施例1のパターン露光装置を用いて、図13に示す構造のラインセンサを試作した。被露光基板は、直径15 cmのp型Si結晶を使用し、その（100）面にラインセンサチップ列を形成した。得られたチップの大きさは120mm×1mmであった。位置合わせの手順は、実施例1の場合と同様である。

【0030】従来技術の場合は、既に指摘したように、角度誤差 θ （この場合はラインセンサチップの長辺方向と切断面〔01-1〕方向と間の角度）が ± 1.5 度以内でばらついてしまうため、切断分離の際に発生するラインセンサの破損を避けるには、ラインセンサチップのレイアウト間隔Lを少なくとも6.3mm以上とする必要があった。これに対し、実施例1の露光装置を利用した場合は、角度誤差 θ を ± 0.005 度以下に小さくすることが可能であるため、レイアウト間隔Lを0.02mm~0.03mmの範囲まで縮小することが出来た。この結果、ラインセンサチップのレイアウト密度を5~6倍以上に高めることが可能となり、ラインセンサの製品単価を著しく低減することが出来た。この効果は、ラインセンサチップの長さが大きければ大きいほど顕著であった。なお、本実施例では、直径15 cmのp型Si結晶基板の（100）面を用いたが、被露光結晶基板の大きさ、導電型、材料、面方位等は、必要に応じて適宜変更することが充分に可能である。

【0031】〈実施例3〉本発明の露光装置の第二の実施例を図5を参照して説明する。本実施例は、被露光単結晶基板4の結晶方位を検出するための手段として電子

線回折を用いたものである。図5において、25は1 μTorr 以下の超高真空中に排気した気密容器であって、その内部には、実施例1の場合と同様、XYステージ1、補正駆動装置2及びウェハチャック3からなる試料台が収納されている。パターンの露光系は、電子線源21及び電子線偏向系22をもって構成し、一方、電子線回折像の観察系は、別の電子線源23、電子線検出器24及びビデオ端末12をもって構成した。補正駆動装置2は、実施例1の場合と同様、回転精度が0.005度の θ - z - t ステージを使用した。二つの電子線源21及び22の加速電圧は、夫々10 kV及び30 kVとした。被露光結晶基板4は、実施例1の場合と同様、GaAs結晶基板の（111）B面にSiO₂膜（厚さ0.1 μm ）及びホトレジスト膜（厚さ1 μm ）を予め堆積させたものを使用し、当該基板の〔21-1〕方向に沿って量子井戸細線構造用の直線状パターンを露光した。

【0032】パターン露光の手順について説明すると、まず、実施例1の場合と同様、結晶基板4をウェハチャック3に吸着固定した後、補正駆動装置2の回転機構及びオリエンテーションフラット検出器（図示せず）を用いてオリエンテーションフラットの位置を検出し、基板4の大きな位置合わせを行った。その後、電子線源23から結晶方位観察用電子線をオリエンテーションフラットに対して平行に照射し、電子線回折像を観察した。電子線回折像は、図4に示したX線回折像と実質的に同じであって、電子線の入射方向が基板4の〔21-1〕方向と正確に一致している場合は左右対称となるが、基板4の〔21-1〕方向から少しでもずれた場合は左右非対称となった。電子線回折像が左右対称になるまで、基板4の位置を微調整し、電子線回折像が左右対称になったことを確認した後、露光用電子線源21及び電子線偏向系22を動作させ、所定のパターンを基板4の表面に描画した。

【0033】本実施例の場合も、露光パターンの方向と結晶基板4の結晶方位とを補正駆動装置2の回転精度の範囲で精密に一致させることが出来た。このため、本実施例の露光装置を用いた場合は、実施例1の場合と同様、位置合わせのずれに起因する電子移動度の劣化が少なく、かつ、特性の揃った量子井戸細線構造を歩留まり良く製造することができた。なお、本実施例では、単結晶基板4としてGaAs結晶を使用し、その（111）B面に量子井戸細線を形成したが、必要に応じて他の材料、他の面方位を用いることも当然可能である。

【0034】〈実施例4〉パターン露光装置の別の実施例を図6を参照して説明する。本実施例は、位置合わせ機構を含むパターン露光系を酸素プラズマ源31を備えた気密容器25内に収納すると共に、基板搬送機構37を備えた気密の搬送路33を介して気密容器25と分子線エピタキシャル成長装置38とを接続したものであ

る。なお、32は、気密容器25とエピタキシャル成長装置38との間の連通を開閉するバルブである。分子線エピタキシャル成長装置38は、通常の場合と同様、基板加熱機構34、成長物質蒸発源35及び基板回転機構36をもって構成されている。本実施例は、結晶基板を大気に曝さず、全て1 μ Torr以下の超真空中に排気された気密容器内において量子井戸細線構造を作製することを狙いとしたものである。

【0035】本装置の使用の手順を説明すると、先ず、実施例3の場合と同様、電子線回折像を観察することにより、GaAs結晶基板4の[21-1]方向を電子線の照射方向に正確に一致させた後、その位置で同基板を固定した。次に、適当な手段(図示せず)によって結晶基板4を500℃の温度に保持し、その状態で酸素プラズマ源31から、電子サイクロトロン共鳴(周波数2.45 GHz)を用いて発生した酸素プラズマを結晶基板4に約10分間供給してその表面に約20 nmの厚さでGaAsの酸化膜を形成した。この酸化膜は、SiO₂絶縁膜に代わるものであるが、SiO₂絶縁膜の場合と異り、電子線照射によってその選択的除去が出来る利点がある。

【0036】結晶基板4にGaAs酸化膜を形成した後、露光用電子線源21を用いて所望のパターンを描画し、その形状に合わせてGaAs酸化膜を選択的に除去した。その後、基板4を真空搬送路33を通して図面右側の分子線エピタキシャル成長装置38へ移動させ、トリメチルガリウム(TM_G)、トリメチルアルミニウム(TM_A)、アルシン(AsH₃)及びシラン(SiH₄)を成長原料ガスとして、従来の場合と同様の要領で基板4の[21-1]方向に量子井戸細線を形成した。

【0037】本実施例によれば、実施例1及び実施例3の場合と同様の効果を期待することが出来るほか、従来技術では必要であった大気中での作業(ホトレジストの塗布や絶縁膜の選択的除去等)を解消することが出来るため、不純物の付着による量子井戸細線構造の特性劣化や導通不良の発生を激減させることが可能となり、製造歩留まりの一層の向上と作業効率上昇による製造価格の低減が図ることが出来た。

【0038】〈実施例5〉実施例4の変形例を図7を参照して説明する。このパターン露光装置は、実施例4の電子線による露光系を光学的な露光系に変更したものである。図7において、42は露光系を収納する気密容器25に付加した塩素ビーム源、45は有機金属気相エピタキシャル成長装置であって、気密容器25とエピタキシャル成長装置45との間は、実施例4の場合と同様、気密の結晶基板搬送路33によって接続されている。気密容器25、搬送路33及びエピタキシャル成長装置45には、酸素ガス導入口41、水素ガス導入口43及び原料ガス導入口44が夫々設けられている。なお、簡単のため、図7には、分光用単結晶基板の記載が省略されている。

【0039】本実施例は、高純度酸素及び高純度水素の雰囲気中で量子井戸細線構造を作製するためのものである。使用の手順について説明すると、先ず、露光系の試料台に固定した結晶基板4を基板加熱機構34を用いて500℃の温度に保持し、この状態で酸素ガス導入口41から高純度酸素ガスを露光装置内に10分間導入して結晶基板4の表面に厚さ約20 nmのGaAs酸化膜を形成する。次に、気密容器25内を1 μ Torrの超真空中まで排気し、実施例1の場合と同様、X線回折像を観察して基板結晶の[21-1]方向をX線の照射方向に正確に一致させた後、その方位で結晶基板4を固定する。そして、ビーム源42から塩素ラジカルビーム又は塩素イオンビームを加熱状態の基板4に10分間供給することによって所望のパターン形成領域のGaAs酸化膜を選択的に除去する。その後、基板4の温度を下げ、基板搬送機構37により、同基板を気密搬送路33を介してエピタキシャル成長装置45まで搬送し、同装置にトリメチルガリウム(TM_G)、トリメチルアルミニウム(TM_A)、アルシン(AsH₃)及びシラン(SiH₄)を供給して基板結晶の[21-1]方向に量子井戸細線を形成した。

【0040】本実施例によれば、実施例4の場合と同様、ホトレジストの塗布やSiO₂膜の選択的除去などの大気中での作業を解消することが可能となり、好ましくない不純物の付着による量子井戸細線構造の特性劣化や導通不良の発生を激減させることが出来た。

【0041】

【発明の効果】本発明によれば、露光パターンの方位と被露光結晶基板の特定の結晶方位とを精密に合わせることが出来るので、作製した量子井戸細線構造の電子移動度を高く保つとともに、その特性変動を少なくすることが可能となる。また、単結晶基板内で高密度にレイアウトされたラインセンサ等の細長いチップを正確に切り出すことが可能となるので、製造原価を著しく低減することが出来る。更に、本発明によれば、パターン露光装置とエピタキシャル成長装置とを組み合わせ使用することが出来るので、結晶基板を大気に曝さない状態で量子井戸細線構造やラインセンサを一貫製造することが可能となり、好ましくない不純物付着による特性劣化や導通不良を激減させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るパターン露光装置の第1の実施例を示す全体構成図。

【図2】図1の実施例の基板位置合わせ部を示す平面図。

【図3】図1の実施例を用いた位置合わせの手順を示すフローチャート。

【図4】本発明による位置合わせの原理を説明するためのX線回折像。

【図5】本発明に係るパターン露光装置の第2の実施例

を示す全体構成図。

【図6】本発明に係るパターン露光装置の第3の実施例を示す全体構成図。

【図7】本発明に係るパターン露光装置の第4の実施例を示す全体構成図。

【図8】従来技術によって量子井戸細線構造を作製する場合の第1過程を説明するための結晶基板の断面図。

【図9】図8の結晶基板の平面図。

【図10】従来技術によって量子井戸細線構造を作製する場合の第2過程を説明するための結晶基板の断面図。

【図11】従来技術によって作製した量子井戸細線構造を示す断面図。

【図12】図11の量子井戸細線構造の表面構造を示す部分拡大図。

【図13】従来技術によって作製したラインセンサの構造を示す断面図。

【図14】図13のラインセンサのチップ配列を示す結晶基板の平面図。

【図15】図14の部分拡大図。

【符号の説明】

- | | |
|----------|------------|
| 1…XYステージ | 21…露光用電子線源 |
| 2…補正駆動手段 | 22…偏向系 |

3…ウエハチャック
位置検出電子線源

4…被露光結晶基板
検出器

5…投影光学系
器

6…レチクル
ラズマ源

7…照明系
送路

8…光源
熱機構

9…X線源
質蒸発源

11…X線検出器
ガス導入口

13…オリエンテーションフラット
ビーム源

14…オリエンテーションフラット検出器
ガス導入口

15…搬送ベルト
ガス導入口

18…ウエハキャリア

23…結晶方

24…電子線

25…気密容

31…酸素プ

33…気密搬

34…基板加

35…成長物

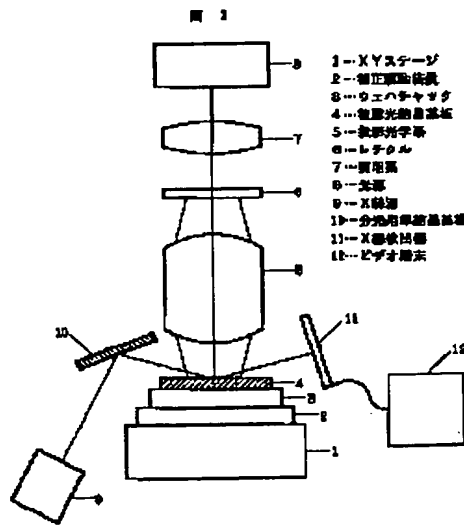
41…酸素

42…塩素

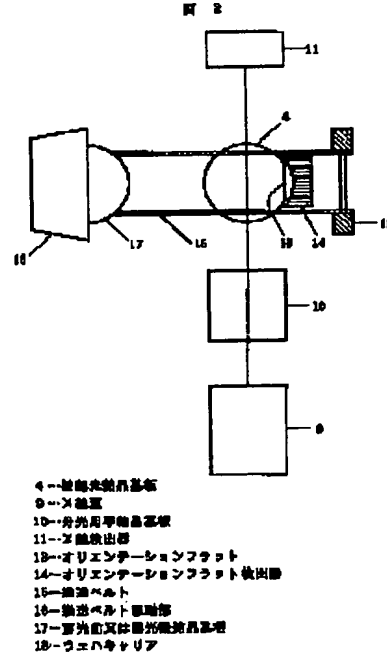
43…水素

44…原料

【図1】

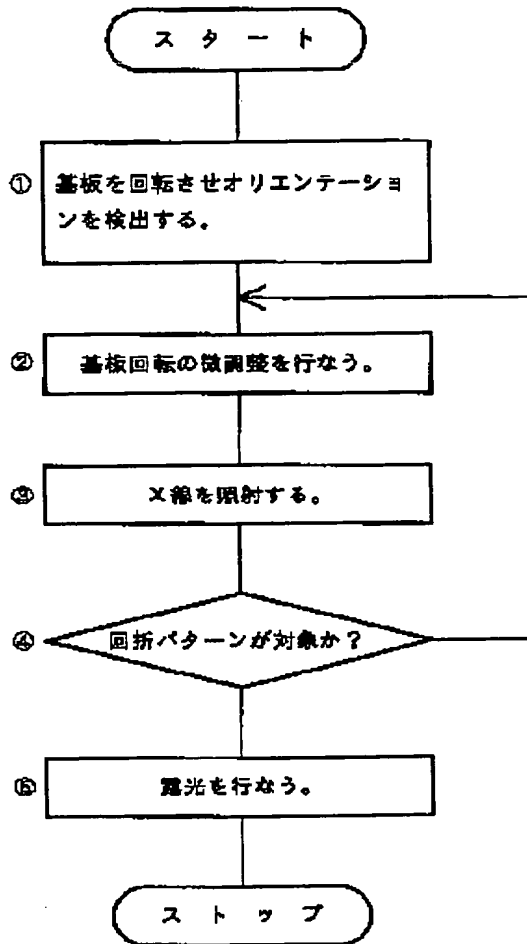


【図2】



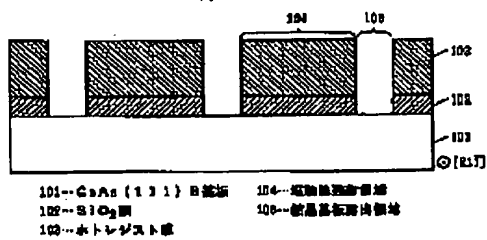
【図3】

図 3



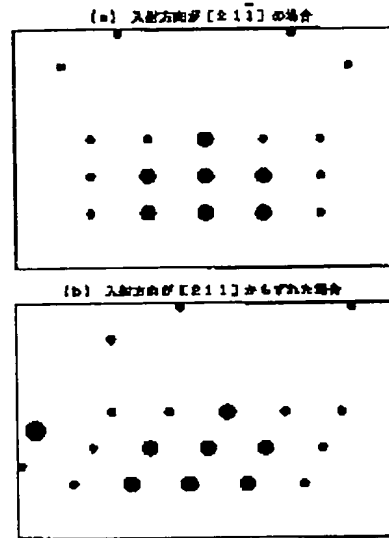
【図8】

図 8



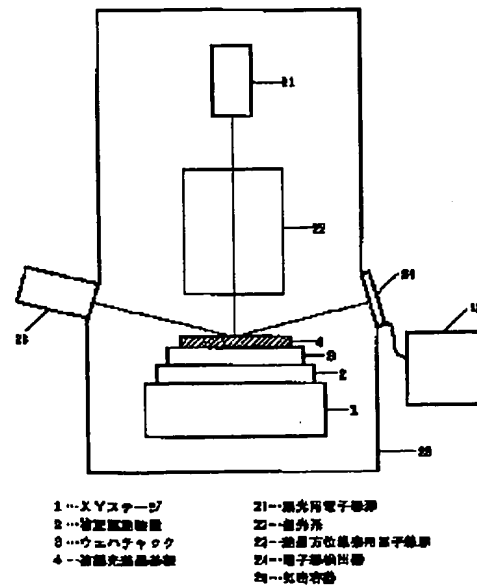
【図4】

図 4



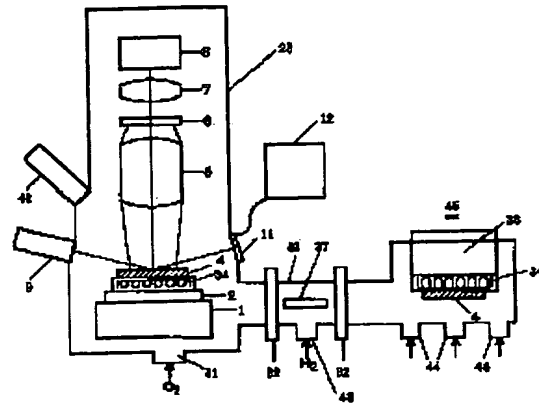
【図5】

図 5



【图7】

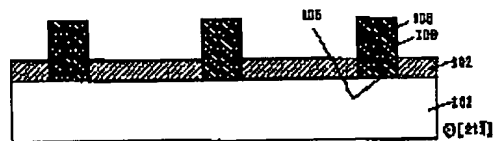
四 了



- | | |
|-----------|---------|
| 1 ●メロスターゾ | 23 ●夜音寺 |
| 2 ●補正機 | 24 ●バブル |
| 3 ●新機軸 | 25 ●新機軸 |
| 4 ●新機軸 | 26 ●新機軸 |
| 5 ●新機軸 | 27 ●新機軸 |
| 6 ●新機軸 | 28 ●新機軸 |
| 7 ●新機軸 | 29 ●新機軸 |
| 8 ●新機軸 | 30 ●新機軸 |
| 9 ●新機軸 | 31 ●新機軸 |
| 10 ●新機軸 | 32 ●新機軸 |
| 11 ●新機軸 | 33 ●新機軸 |
| 12 ●新機軸 | 34 ●新機軸 |
| 13 ●新機軸 | 35 ●新機軸 |
| 14 ●新機軸 | 36 ●新機軸 |
| 15 ●新機軸 | 37 ●新機軸 |
| 16 ●新機軸 | 38 ●新機軸 |
| 17 ●新機軸 | 39 ●新機軸 |
| 18 ●新機軸 | 40 ●新機軸 |

【図 10】

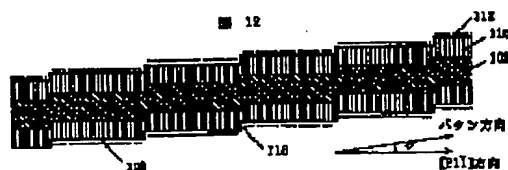
10



- 101--CaAs (111) 晶面
102--SiO₂膜
103--絶縁性有機塗布膜

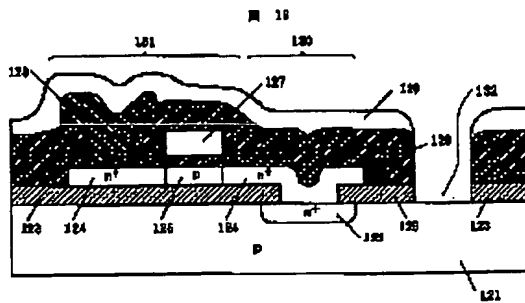
【図12】

15



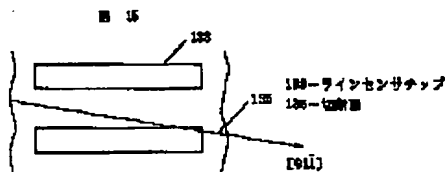
- 108-アンドープAL_{0.5}Ga_{0.5}As膜
109-(01T) 画
110-n型Al_{0.5}Ga_{0.5}As膜
112-二次元電子ガス
113-マイクロストラップ

【図13】



121→p型Si(100)基板
 122→n型Si領域
 123→SiO₂膜
 124→n型多結晶Si
 125→p型多結晶Si
 126→p型Si(リンダス)
 127→ゲート電極
 128→Al電極
 129→SiN保護膜
 130→光センサー
 131→絶縁層
 132→スクライプライン

【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 宮崎 勝
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 草野 忠四郎
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内